

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Jakov Troškot

ANALIZA OBRTA TERETNOG VAGONA U
ŽELJEZNIČKOM PROMETU

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

ANALIZA OBRTA TERETNOG VAGONA U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

ANALYSIS OF TURNOVER OF FREIGHT WAGONS IN RAILWAY TRAFFIC

Mentor: doc. dr. sc. Borna Abramović

Student: Jakov Troskot 0135225260

Zagreb, 2015.

SAŽETAK

ANALIZA OBRTA TERETNOG VAGONA U ŽELJEZNIČKOM PROMETU

Željeznički promet je složen i skup prometni sustav, ali ujedno i najjeftiniji, najefikasniji i ekološki najprihvatljiviji kopneni vid prometa. Da bi se troškovi sveli na minimum i održala konkurentnost željeznice naspram ostalih vidova prometa, potrebno je racionalno koristiti sredstva rada te redovito kvantificirati i kvalitativno izražavati učinjeni rad kroz razne evidencije i analitičke radnje. Brojne podjele i tehničko-eksploatacijske karakteristike vučenih sredstava su bitne da bi se racionalno koristilo u upravljalo navedenim sredstvima. Eksploatacijski pokazatelji podijeljeni na kvalitativne i kvantitativne govore o tome koliko se dobro radilo, sto se treba mijenjati u radu i gdje te potrebe trebaju nastati, kao što je na konkretnom slučaju u radu kroz obrt prikazano.

KLJUČNE RIJEČI: željeznički promet, obrt, vučena sredstva, tehničko-eksploatacijske značajke

SUMMARY

ANALYSIS OF TURNOVER OF FREIGHT WAGONS IN RAILWAY TRAFFIC

Rail transport is a complex and expensive transport system, but also the cheapest, most efficient and environmentally friendly terrestrial mode of transport. In order to minimize costs and maintain the competitiveness of railways in over other types of traffic, it is necessary to rationally use the resources of work and regularly quantified and qualitative express done work through a variety of records and analytical activities. Many divisions and technical-exploitation characteristics of the freight wagons are essential to rationally used and to manage the freight wagons. Exploitation indicators divided into qualitative and quantitative, tell us about how well is the work done, what needs to be changed in the work and where this need should arise, as it is shown in this case in the presented work through turnover of the freight wagons.

KEY WORDS: railway traffic, turnover, freight wagons, technical and exploitation characteristics

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. VUČENA SREDSTVA	3
2.1 OSNOVNE TEHNIČKO-EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE TERETNIH VAGONA.....	3
2.2 OSNOVNA PODJELA TERETNIH VAGONA.....	3
2.2.1 OTVORENI VAGONI.....	3
2.2.2 ZATVORENI VAGONI.....	4
2.2.3 PLATO VAGONI.....	5
2.2.4 OSTALI VAGONI.....	6
3. EKSPLOTACIJSKI POKAZATELJI VUČENIH SREDSTAVA	9
3.1 KVANTITATIVNI POKAZATELJI.....	11
3.2 KVALITATIVNI POKAZATELJI.....	12
3.2.1 POKAZATELJI KORIŠTENJA VAGONA PO KAPACITETU	12
3.2.2 POKAZATELJI KORIŠTENJA VAGONA PO VREMENU.....	13
3.2.2.1 OBRT TERETNIH VAGONA.....	15
3.2.2.2 OBRT VAGONA PO VRSTAMA PROMETA.....	17
4. STUDIJA SLUČAJA OBRTA TERETNIH VAGONA	18
5. ZAKLJUČAK	21
POPIS SLIKA.....	22
LITERATURA.....	23

1. UVOD

Željeznički promet je tehnički i tehnološko složen proces premještanja ljudi i roba po osobitom putu koji se sačinjava od jednog ili više kolosijeka kojeg nazivamo prugom. Kolosijeke čine željezničke tračnice pričvršćene na pragove i postavljene u zastornu prizmu. Željeznica je jedna od glavnih vrsta prometa, koja je ujedno i naj ekonomičniji kopneni vid prometa, ta ekonomičnost pridonijela je tome da se željezničke pruge nalaze diljem svijeta.

Osnovna podjela željezničkog prometa je na putnički i teretni promet, a osnovno sredstvo rada je vlak. Vlak po svojoj definiciji je skup željezničkih vozila koji je propisno označen koji se kreću po tračnicama, u putničkom prometu vlak može biti sastav lokomotive kao vučnog vozila i putničkih vagona kao vučenih vozila ili kao motorni vlak ili motorni vagon, dok u teretnom prometu vlak se sastoji isključivo od lokomotiva i teretnih vagona.

Željeznički promet zbog određenih nedostataka, kao što su slaba prilagodljivost promjenama prijevozne potražnje i zatvorenosti te tehnološke složenosti sustava, u nekim slučajevima mora se sufinancirati od strane „treće osobe“, to se posebno vidi u putničkom prometu, a ponekad i u teretnom prometu, da bi se to sufinanciranje svelo na minimum, željeznički promet mora se što efikasnije eksploatirati uz što manju potrošnju pokretnih i stabilnih sredstava uz racionalno trošenje energije i uz sto manje zagađivanje okoliša.

U ovom završnom radu dat će se osvrt na obrt teretnih vagona i njegovo djelovanje na odvijanje teretnog prometa i njegove učinke na efikasnost, ekonomičnost i rad teretnog željezničkog prometa u teoriji i na konkretnom primjeru, ujedno će se i analizirati postojeća vučena sredstva u sastavu voznog parka HŽ Carga, te ostali kvantitativni i kvalitativni pokazatelji eksploatacije.

Materija rada izložena je u pet poglavlja:

1. Uvod
2. Vučena sredstva
3. Eksploatacijski pokazatelji vučenih sredstava
4. Studija slučaja obrta teretnih vagona

5. Zaključak

U drugom je poglavlju rada dana je osnovni uvid u vučena sredstva radnog parka HŽ Carga te određene tehničko-eksploatacijske značajke tih vučenih sredstava. Eksploatacijski pokazatelji vučenih sredstava se obrazlažu u trećem poglavlju. Četvrto poglavlje sadrži studiju slučaja obrta teretnih vagona gdje se na realnim podacima iz stvarnosti analizira obrt te njegovo djelovanje na odvijanje teretnog prijevoza.

2. VUČENA SREDSTVA

Vučena sredstva u željezničkom teretnom prometu su teretni vagoni. Teretni vagoni služe isključivo prijevozu tereta, te su slučaj proučavanja u ovom završnom radu, odnosno pokazatelji eksploatacije teretnih vagona.

2.1 OSNOVNE TEHNIČKO-EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE TERETNIH VAGONA

Sve serije teretnih vagona u sastavu radnog parka HŽ Carga s brojnim podserijama sadrže velik broj tehničko-eksploatacijskih značajki, neke od tehničko-eksploatacijske značajki su konstrukcija vagona (dali je otvoren, zatvoren ili plato vagon), nosivost vagona, broj osovina vagona i zahtjevi koje moraju ispunjavati glede robe koje prevoze.

2.2 OSNOVNA PODJELA TERETNIH VAGONA

Postoje razni modeli po kojima se teretni vagoni mogu dijeliti npr. na vagoni koji sposobni za međunarodni promet i one koji nisu tj. koriste se samo u tuzemnom prometu, prema vrsti tereta koje prevoze (vagoni za prijevoz krutina, tekućina, ...), prema brzinama koje razvijaju i slično.

Konkretno u ovom završnom radu podjela vagona će biti bazirana na ustaljenoj praksi dijeljenja vagona na otvorene, zatvorene, plato i ostale vagoni.

2.2.1 OTVORENI VAGONI

U otvorene vagoni spadaju vagoni serije E i F s raznim podserijama (Eemos, Eanos, Eos, Falns, Fals, ...), izvode se kao dvoosovinski ili četveroosovinski. Vagoni serija E su obični otvoreni namjeni prijevozu roba u rasutom ili komadnom stanju koja ne treba biti zaštićena od atmosferskim utjecaja. Ukrcaj i iskrcaj obavljaju se odozgo ili kroz bočna vrata i čelne

prijeklopne stranice ako na vagonima postoje, teret se može zaštititi ceradama (pokrivačima) koji se vežu za ušice na vagonima ugrađene na bočnim i čelnim stranicama.



Slika 1.: Vagon serije E, podserija Eanos

Izvor: 98 78 HŽ Mapper

Jedna od bitnijih podserija E vagona je podserija Eamos specifičnost ovog vagona je mogućnost istovara terete preokretanjem sanduka vagona pri čemu se otvara bočna stranica koja omogućava udaljavanje istovara od kolosijeka. Prekretanje stranica obavlja se pomoću sustava na stlačeni zrak – vanjskim upravljanjem tlakom do 6 bara pokreću se po dva vertikalna cilindra koji podižu vagonski sanduk na jednu od istovarnih strana vagona¹.

Vagoni serije F su specijalni otvoreni vagoni s viskom stranicama namijenjeni za masovni prijevoz tereta u rasutom stanju, kao što su ruda, ugljen, šljunak, tucanik i slično. Ukrcaj tereta obavlja se odozgo kroz gornji otvor, a iskrcaj slobodnim padom kroz posebno oblikovane otvore.

2.2.2 ZATVORENI VAGONI

Zatvoreni vagoni namijenjeni su prijevozu različite komadne robe, robe u rasutom stanju i ostale robe koju je potrebni zaštititi od atmosferskih utjecaja. U zatvorene vagone spadaju serije

¹ <http://www.hzcargo.hr/default.aspx?id=49>, 7. srpanj 2015.

G i serije H, s raznim podserijama (Gas, Habbins, Habbins, Hbilss, ...), izvode se kao dvoosovinski i četveroosovinski.

Vagoni serije G su višenamjenski četveroosovinski vagoni namijenjeni prijevozu pošiljaka u pakiranu ili rasutom stanju koje je potrebno zaštititi od atmosferskih utjecaja. Za pošiljke u rasutom stanju na vrata u vagonu mogu se ugraditi rinfuzne daske. Preko osam gornjih otvora pošiljke je moguće prozračivati.

Vagoni serije H su specijalni zatvoreni vagoni jer imaju mogućnost otvaranja vrata preko dvije trećine svake bočne stranice njihovim uzdužnim pomicanjem što uvelike olakšava ukrcaj i iskrcaj roba pomoću viličara po cijelom korisnom prostoru vagona, roba koja zahtjeva provjetranje ne može se prevoziti ovim vagonima jer nemaju prostor za provjetranje.



Slika 2.: Vagon serije H, podserija Habbins

Izvor 98 78 HŽ Mapper

2.2.3 PLATO VAGONI

U plato vagoni spadaju serije vagona K, L, R i S, to su vagoni namjeni prijevozu komadne robe, kontejnera, automobile, građevinskih strojeva i slično. Rade se u izvedbi kao dvoosovinski, četveroosovinski ili sa šest osovina

Serijski K su plitki dvoosovinski plato-vagoni, u osnovnoj izvedbi s niskim stranicama i stupcima te kombinacijom sa stranicama bez stupaca ili sa stupcima bez stranica. Namijenjeni za prijevoz komadne robe svih oblika, vagon se može djelomično specijalizirati za prijevoz kontejnera, roba koja se prevozi može biti zaštićena od atmosferskih utjecaja voštanim ceradom i na odgovarajući način učvrstit.

Serijski L su specijalni plato-vagoni za prijevoz automobile, mogu biti izvedeni kao troosovinski ili četveroosovinski. Sastavljen je od dva dijela u dvije razine, s gornjom i donjom platformom za smještaj automobile. Može se uključiti u teretne i putničke vlakove, pa prema tome može prometovati brzinom do 120 km/h.

Serijski R s podserijama (Regs, Rgs, Rils, ...) su obični četveroosovinski plato-vagoni konstrukcijski su velikih dužina i nosivosti, pa su namijenjeni za prijevoz teške komadne robe i kontejnera. Vagoni ove serije mogu biti izvedeni s stupcima, bočnim čelnim stranicama te uređajima za pričvršćivanje kontejnera. Na vagonima s čelnim i bočnim stranicama može se prevoziti roba u rasutom stanju koja ne treba biti zaštićena od atmosferskih utjecaja.



Slika 3.: Vagon serije R, podserija Regs

Izvor 98 78 HŽ Mapper

Serijski S s podserijama (Sgs, Sgnss, Sgns, ...) su specijalni plato-vagoni izvedeni s četiri ili šest osovina namijenjeni za prijevoz teških kontejnera, građevinskih strojeva, teških vozila i slično. Vagoni su sposobni za brzine vožnje do 120 km/h i u voznom parku su u režimu ss.

2.2.4 OSTALI VAGONI

U ostale vagone spadaju vagoni T, Z i Uc serije, ti vagoni zbog određenih svojih karakteristika ne spadaju u niti jednu prijašnju skupinu.

Serijski vagona T s podserijama (Tadds, Tadnss, Tads, ...) su specijalni vagoni s pokretnim krovom. Izvode se kao dvoosovinski i četveroosovinski. S obzirom na to su to zatvoreni vagoni i da nemaju otvore za provjetravanje, u njima se prevozi roba koja mora biti zaštićena od atmosferskih utjecaja i koja ne zahtjeva provjetravanje. Najpoznatija podserija je Tadds, to su specijalni četveroosovinski višenamjenski vagoni s pokretnim krovom, za razliku od Tads podserije kod vagona serije Tadds-z unutrašnjost je plastificirana. To je vagon za prijevoz neoštro bridnih, rasutih pošiljaka od 1 do 50 mm. Utovar se obavlja s gornje strane preko pokretnoga krova, a pošiljka je zaštićena od atmosferskih utjecaja. Istovar se obavlja gravitacijom pojedinačnim otvaranjem otvora na ispustima, a može se podešavati pomoću preklopnih vrata na otvorima. Istovar se mora obavljati obostrano u boksove, elevatore ili na posebne platoe.



Slika 4.: Vagon serije T, podserije Tads

Izvor Željeznice.net

Vagon serije U s podserijama (Uacns, Uckk, Uacns, ...) su specijalni zatvoreni vagoni s iskrcajem pomoću stlačenog zraka. Ovaj vagon je namijenjen prijevozu robe u prahu ili zrnju granulacije do 5 mm. Najčešće se koristi za prijevoz cementa, ne smiju se prevoziti jako higroskopne tvari jer se navlažene ne bi mogle iskrcati. Vagon može biti izveden s jednim spremnikom u obliku uzdužnog cilindra ili više spremnika postavljenih okomito na donje postolje. Na vagonu se izvedeni priključci za stlačeni zrak.



Slika 5.: Vagon serije U, podserije Uckk

Izvor Željeznice.net

Serijski vagoni Z s podserijama (Zas, Zaes, Zagkks, ..) su specijalni zatvoreni vagoni s posudama za tekućine-cisterne, namijenjeni su za prijevoz tekućina bez ambalaže te onih tvari koje na povišenoj temperaturi prelaze u tekuće stanje (mazut, bitumen, parafin i slično). Na vagonima je označeno za koju su tekućinu namijenjeni. To je potrebno zbog toga da se spremnici vagona ne moraju prati ako se njima prevozi ista vrsta tekućine.² Izvode se kao dvoosovinski i četveroosovinski.



Slika 6.: Vagon serije Z, podserije Zas

Izvor HŽ Cargo

² Zavada, J.: *Željeznička vozila i vuča vlakova*; Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004., str.238.

3 EKSPLOTACIJSKI POKAZATELJI VUČENIH SREDSTAVA

U teretnom prijevozu, robni su tokovi, takve učestalosti prijevoza u određenom vremenu i prostoru koje se može kvantificirati. Baza te kvantifikacije jest istraživanje prijevoznog tržišta, gdje treba utvrditi i definirati tokove po intenzitetu, duljini i trajanju prijevoza i strukturi robnih tokova s obzirom na vrstu robe. Na osnovu robnih tokova može se izračunati količina prevezene robe, neto tonskih kilometara (ntkm) kao i duljina prijevoznog puta, odnosno prosječna duljina prijevoza.³

$$\text{neto tonski km} = q * l [\text{ntkm}]$$

pri čemu je:

q - količina prevezene robe u tonama,

l - duljina prijevoznog puta

Utvrđivanje robnih tokova ne određenoj relaciji služi kao pokazatelj za organiziranje prometa vlakova, dimenzioniranje kolodvorskih kapaciteta, potreban broj vagona, vlakova i slično.

Organizirana djelatnost željezničkog prometa čiji je cilj korisni učinak u premještanju putnika i robe naziva se rad⁴. Korisni učinak u teretnom prometu je neto-tonski kilometar. Teretni vagoni stvaraju korisne učinke samo trčeći u tovarenom stanju. To znači i da proizvodnja neto-tonskih kilometara predstavlja rad koji ostvaruju teretni vagoni na konkretnoj relaciji. Količina prevezenih tovarnih vagona, odnosno rad tih kapaciteta može se pratiti u okviru svih jedinica ili svakoj jedinici bilo kojeg organizacijskog oblika.

Ovisno o vrsti prometa (lokalni, zajednički, uvoz, izvoz, tranzit) vagoni se utovaruju, prevoze i istovaruju na bilo kojem, odnosno na svim organizacijskim oblicima. To znači da se

³ , 29. veljače 2012.

⁴ Badanjak, D, Bogović, B, Jenić, V.: *Organizacija željezničkog prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb., 2006. str.76

utovar, prijem i istovar mogu odnositi na jednu, dvije, više željezničkih organizacija. Npr. jedna organizacija na svom području tovari vagone, zatim ih prevozi i predaje drugoj, ova pak trećoj da bi ih istovarila neka posljednja u prijevoznom lancu. Za željezničku organizaciju koja tovari vagone to je utovar ili, ako ih predaje predaja, za onu koja prima to je prijem, a za onu koja istovaruje to je istovar.

Prema tome prisutne su početne i završne operacije. Kako se rad u vagonima simbolički obilježava s U onda će:

$$U = U_{ut} + U_{pr} \text{ [vagona]}$$

biti rad utvrđen prema početnim operacijama, a

$$U = U_{ist} + U_{pred} \text{ [vagona]}$$

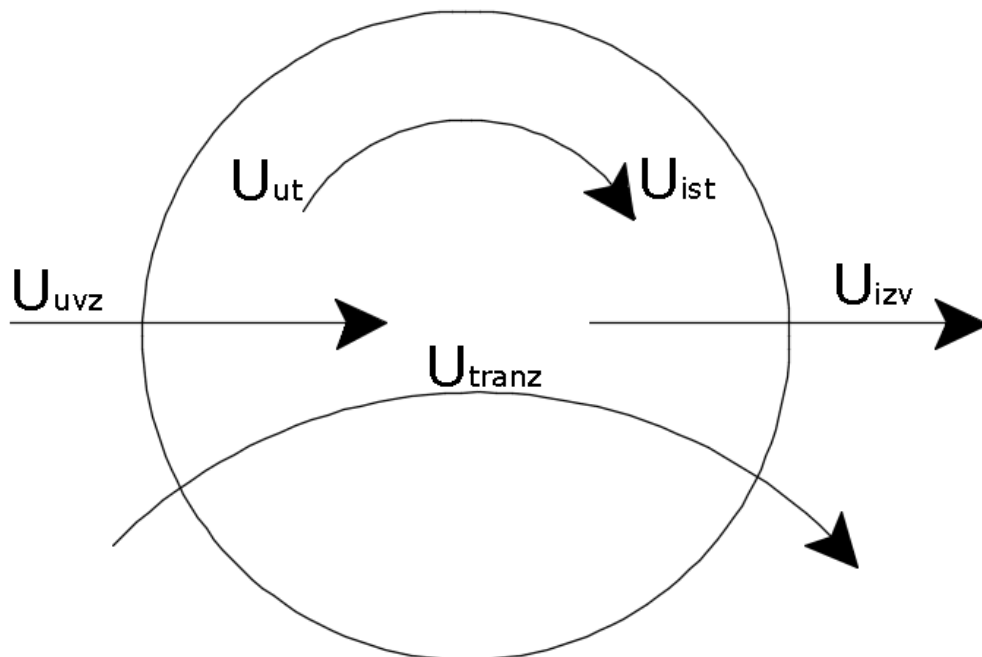
biti rad utvrđen prema završnim operacijama, gdje je:

U_{ut} -broj utovarenih vagona

U_{pr} - broj primljenih vagona

U_{ist} -broj istovarenih vagona i

U_{pred} - broj predanih vagona.



Slika 7.: Utvrđivanje rada jedne organizacijske jedinice

Izvor Badanjak, D, Bogović, B, Jenić, V.: *Organizacija željezničkog prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb., str.79

3.1 KVANTITATIVNI POKAZATELJI

Kvantitativni pokazatelji su oni pokazatelji rada teretnog prometa kojima se iskazuje obujam i aspekt tehničkog rada sredstava. Dakle pod kvantitativne pokazatelje spadaju pokazatelji obujma rada i pokazatelji tehničkog rada.

U pokazatelje obujma rada spadaju:

- utovar stvari [u tonama,]
- prijevoz stvari [u tonama,]
- pretovar stvari [u tonama,]

-istovar stvari [u tonama,]

-izvršen rad (prijevoz) [u neto tonama]

Svaki od tih pokazatelja se može promatrati na unutarnji i međunarodni promet, kao i na pojedine vrste robe ili na strukturu po vrstama. Pokazatelji obujma rada su jako bitni i imaju presudnu važnost pri planiranju prometne infrastrukture, o njihovim veličina će ovisiti dimenzija skladišta, industrijskih kolosijeka utovarno-istovarnih manipulacijskih naprava itd.

Pokazatelji tehničkog rada su bitan dio tehnološkog procesa rada u željezničkom prometu pomoću njih se može pratiti i planirati tehnološki proces, pa obračunavanje realizacije rada korištenja sredstava itd. U njih spadaju :

- vozni kilometri teretnih vlakova,
- vagonski kilometri teretnih vagona,
- osovinski kilometri tovarenih vagona,
- osovinski kilometri praznih vagona,
- ukupni osovinski kilometri (prazno + tovareno),
- bruto-tonski kilometri,
- tara-tonski kilometri,
- vagonski dani radnog parka vagona,
- ukupno vrijeme vožnje vlakova,
- ukupno vrijeme putovanja vlakova,
- broj utovarenih, istovarenih, primljenih i predanih vagona,
- ukupni rad izražen u vagonima,
- broj vagonskih sati zadržavanja vagona u tehničkim kolodvorima i radi utovara-istovara,

- broj vagona koji su prošli tehničke kolodvore,
- prijem i predaja vagona na spojnim i pograničnim kolodvorima.

3.2 KVALITATIVNI POKAZATELJI

Raditi nešto kvalitetno podrazumijeva koliko dobro, temeljito odnosno vrsno obavljamo taj rad, na tim načelima i principima se temeljene kvalitativni pokazatelji korištenja teretnih vagona. U željezničkom prometu kvalitativni pokazatelji se dijele na pokazatelje korištenja vagona po kapacitetu i pokazatelje korištenja vagona po vremenu.

3.2.1 POKAZATELJI KORIŠTENJA VAGONA PO KAPACITETU

Kvalitativni pokazatelji korištenja vagona po kapacitetu dalje se dijele na :

- statičko opterećenje vagona (P_s)
- dinamičko opterećenje vagona (P_d)
- dinamičko opterećenje vagona voznog parka (P_{dr})

Statičko opterećenje vagona je količina tona po vagonima na mjestu utovara. Radi se o odnosu između ukupne količine utovarene i primljene neto mase robe i broja utovarenih i primljenih vagona. Ako je poznato statičko opterećenje, može se izračunati postotak iskorištenja vagona po nosivosti.

$$P_s = \frac{\sum P}{U} \text{ [tona/vagon]}$$

ΣP = broj utovarenih i primljenih tona robe

Koliko će neki vagon biti iskorišten ne ovisi samo o samom vagonu već i tehničkim karakteristikama pruge kao što je najveće dopušteno osovinsko opterećenje pruge o vrsti i karakteristikama robe koja se prevozi npr. sojina sačma zbog svojih karakteristika može se maksimalno natovariti 45 tona po vagonu (vagon serije T), dok razna sintetička gnojiva zbog svoje granulacije mogu se i do 50 tona utovariti u vagon.

Dinamičko opterećenje vagona za razliku od statičkog je prosječno opterećenje vagona u toku vožnje. Zato se dobiva iz odnosa neto-tonskih i vagonskih kilometara tovarnih vagona.

$$P_s = \frac{\Sigma PL}{\Sigma n_{stov}} \quad [\text{tona/vagon}]$$

ΣPL = neto-tonski kilometri

Ako je $P_s = P_d$ znači da su svi tovarni vagoni trčali na jednakoj udaljenosti, tj. da nije bilo većeg ili manjeg trčanja pojedinih više ili manje tovarnih vagona. Ako je $P_s > P_d$ znači da su manje natovareni vagoni trčali na relativno dužim udaljenostima. Ako je $P_s < P_d$ znači da su više natovareni vagoni trčali na duljim relacijama. Ako više tovarni vagoni trče na duljim udaljenostima biti će više neto tonskih kilometara, znači da je bolje ako je $P_s < P_d$ jer se tada vagoni bolje koriste.

Dinamičko opterećenje vagona radnog parka predstavljeno je odnosom neto tonskih prema vagonskim kilometrima radnog parka (tovareno i prazno). Pokazuje koliko se prosječno tona prevozi po jednom vagonu bez obzira na to u kojem su stanju vagoni.⁵

⁵ Badanjak, D, Bogović, B, Jenić, V.: *Organizacija željezničkog prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb., str.84

$$P_s = \frac{\Sigma PL}{\Sigma ns} \text{ [tona/vagon]}$$

3.2.2 POKAZATELJI KORIŠTENJA VAGONA PO VREMENU

Pod pokazateljima vremenskog korištenja vagona spadaju

- Dnevno trčanje vagona
- Vrijeme rada
- Produktivnost
- Obrt vagona

Dnevno trčanje vagona je kvalitativan pokazatelj vremenskog korištenja vagona, taj nam pokazatelj govori koliko kilometara tijekom jednom dana pretrči vagon. Ovisno o tome da li vagoni trče tovoreni ili prazni postoji tzv dnevno trčanje towarenih vagona i dnevno trčanje praznih vagona.

$$s = \frac{l}{\vartheta} \text{ [km/dan]}$$

ϑ = obrt

Rad se može još definirati kao ekonomsko djelovanje ili svrsishodna djelatnost usmjerena na postizanje nekoga učinka. U teretnom željezničkom prometu rad je definiran kao prijevoz towarenih vagona, jer se samo i jedino samo prijevozom towarenih vagona ostvaruje učinak rentabilnosti odnosno novčane dobiti. Vrijeme rada vagona tijekom dana smatra se vremenom prevoženja.

U skladu s tim navedenim činjenicama, rad se odnosi na vrijeme prijevoza vagona po vagonском danu.

$$T_v = \frac{S}{V_k} \text{ [sati/dan]}$$

V_k = komercijalna brzina

Produktivnost je pojam koji se može definirati kao odnos količine učinaka i bilo kojega pojedinačnog elementa odnosno čimbenika(faktora) ili više njih koji sudjeluju u procesu proizvodnje(djelatnosti)⁶. U organizaciji željezničkog prometa pod produktivnošću se smatra produkcija neto-tonskih kilometara u jedinici vremena, obično se uzima vagonски dan. Dakle neto-tonski kilometri predstavljaju output dok input predstavlja vrijeme iz odnosa output/input dobije se produktivnost teretnih vagona. Glavni cilj je da vagoni što više trče u tovarenom stanju, jer se tada javlja najveća dobit.

$$P_r = \frac{\Sigma PL}{nr} \text{ [ntkm/vag.dan]}$$

nr = vagonски dani radnog parka

3.2.2.1 OBRT TERETNIH VAGONA

Budući da je obrt pokazatelj vremenskog korištenja vagona čija jedinica je vagonски dan, to se racionalizacija rada s vagonima nalazi u njihovom što manjem angažiranju na pojedinim ciklusima. Znači da je cilj napraviti što više ciklusa obrta s vagonima.⁷ Ciklus predstavlja vremensko angažiranje vagona u razdoblju između dva utovara ili dvaju istovara. Cilj pri analizi obrta je svesti obrt kao vrijeme da bude što kraće, ali da pri tome vagoni trče što dulje u

⁶ Bukljaš Skočibušić, M, Radačić, Ž, Jurčević, M.: *Ekonomika prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011., str.204.

⁷ Badanjak, D, Bogović, B, Jenić, V.: *Organizacija željezničkog prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb., str.84

tovarenom stanju. Prema gore navedenom obrt predstavlja vrijeme koje su vagoni proveli između dvaju utovara ili istovara. Što je vrijeme obrta kraće, moguće je s manjim brojem vagona, izvršiti veći broj obrtnih ciklusa. Vrijeme obrta vagona metodološki se analizira pomoću triju formula:

-jednočlane formule

- tročlane

- peteročlane.

Jednočlana formula za obrt je najjednostavnija, u njoj se utvrđuje odnos između vagonskih dana radnog parka i rada izvršenog u broju vagona.

$$\vartheta_1 = \frac{nr}{U} \text{ [dana]}$$

Tročlana formula obrta se računa prema fazama tehnologije prijevoznog procesa sintetizirane u tri skupine.

To su vremena koja vagoni provedu

1. u vlakovima gdje se većim dijelom nalaze u prijevoznom procesu, a manjim dijelom u međukolodvorima kada vlakovi zbog prometnih situacija moraju stajati
2. u tehničkim kolodvorima kada stoje radi prerade, rasformiranja i ponovnog formiranja vlakova, a može biti da se vlakovi i ne prerađuju, već se zbog drugih razloga zadržavaju u ranžirnim kolodvorima
3. u kolodvorima radi pripreme i izvršenja utovara i istovara.

Na osnovi te sinteze vremena obrta može se reći da vagoni tijekom obrta nalaze:

- u vlakovima
- u tehničkim/ranžirnim kolodvorima

- u utovarno-istovarnim kolodvorima

Prema tome, vrijeme obrta (T) bit će

$$T = T_{voz} + T_{teh} + T_{ui} \text{ [sati]}$$

odnosno

$$\vartheta_3 = (T_{voz} + T_{teh} + T_{ui}) * \frac{1}{24} \text{ [dana]}$$

Peteročlana formula za obrt se razlikuje od tročlane po tome što se prva dva člana tročlane formule dijele na po dva člana. odnosno:

vrijeme vožnje na:

- čistu vožnju vagona u vlakovima
- zadržavanje vagona u vlakovima po međukolodvorima

vrijeme zadržavanja u tehničkim kolodvorima na:

- zadržavanje vagona radi prerade
- zadržavanje vagona bez prerade

Treći član iz tročlane formule ostaje isti, odnosno postaje peti član u peteročlanoj formuli. Prema tome, vrijeme obrta vagona po peteročlanoj formuli će biti

$$T = T_{voz} + T_{međ} + T_{prer} + T_{trz} + T_{ui} \text{ [sati]}$$

Odnosno

$$\vartheta_5 = (T_{voz} + T_{međ} + T_{prer} + T_{trz} + T_{ui}) * \frac{1}{24} \text{ [dana]}$$

3.2.2.2 OBRT VAGONA PO VRSTAMA PROMETA

Obrt po vrstama prometa odnosi se na dijelove obrta za tovarene, prazne, izvozne, tranzitne i predajne vagona. Kako je obrt ukupno vrijeme rada između dvaju utovara ili između dvaju istovara, pojedine situacije ili stanja u kojima se vagoni mogu naći predstavljaju dijelove ukupnog obrta: tovareno, prazno za unutarnji, i isto to za međunarodni uvozni, izvozni i tranzitni promet.⁸

Obrt tovarenih vagona je vrijeme koje u kojem se tovareni vagoni nalaze na nekoj mreži. To je vrijeme od prijema ili završetka utovara do vremena istovara ili daljnje predaje vagona.

$$\vartheta_{1\text{ tov}} = \frac{nr_{tov}}{U} \text{ [dana]}$$

Obrt praznih vagona predstavlja prosječno vrijeme koliko se vagoni nalaze na nekom dijelu mrežu u praznom stanju. To je vrijeme od završetka istovara ili prijema praznih vagona do predaje praznih vagona ili završetka utovara.

$$\vartheta_{1\text{ praz}} = \frac{nr_{praz}}{U} \text{ [dana]}$$

Obrt izvoznih vagona predstavlja dio vremena od završetka utovara vagona do njihove predaje

Obrt tranzitnih vagona predstavlja dio vremena koji tranzitni vagoni provedu na djelu jedne mreže od njihovog prijema do njihove daljnje predaje

Obrt predajnih vagona je vrijeme sto ga vagoni provedu u tovarenom stanju od prijama ili utovara do predaje

⁸ Badanjak, D, Bogović, B, Jenić, V.: *Organizacija željezničkog prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb., str.100

$$\vartheta_{pred} = \frac{ns_{pred}}{U} \text{ [dana]}$$

Raščlanjivanje obrta vagona ima mnoge zadaće prvenstveno za određivanje veličine rada vagonskog parka za perspektivu, analitičkim sagledavanjem duljine trčanja vagona l na l_{uv} , l_{izv} i l_{trz} može se vidjeti odnos duljine tračanja i strukture prijevoza...

4. STUDIJA SLUČAJA OBRTA TERETNIH VAGONA

Teorija kao takva bez primjene u praksi nema smisla postojati. Temeljni posao inženjera odnosno tehnologa je da mjeri, analizira i računa tehnološke pojave koje se pojavljuju u njegovom polju djelovanja s ciljem unaprjeđenja radnog procesa.

Željeznica je sustav koji obavlja nematerijalnu proizvodnju usluga, na kakav je način ta usluga nastala odnosno na koliko ekonomičan, produktivan i efikasan način je željeznica koristila svoje resurse u proizvodnji usluge prijevoza govore razni brojevi, mjerenja i analize.

U ovom slučaju analizirat će se obrt teretnog vagona u stvarnim uvjetima eksploatacije na pruzi (Gyékényes) - državna granica - Botovo - Koprivnica - Dugo Selo - Zagreb Glavni kolodvor – Karlovac - Rijeka.

Podatci su prikupljeni iz službene evidencije HŽ Carga iz Pregleda kretanja vagona 31 78 537 9047-3 u vremenskom periodu od 01. travnja 2015. do 25. svibnja 2015., radi se o vagonu serije E podserije anoss, koji je prevezio željeznu rudaču iz Bakra do Mađarske.

U navedenom razdoblju vagon je napravio 3 ciklusa, tj. 3 obrta. Podatci za prvi obrt su sljedeći:

$$T_{voz} = 101,13 \text{ [sati]}$$

$$T_{teh} = 0,86 \text{ [sati]}$$

$$T_{ui} = 57,33 \text{ [sati]}$$

Prema tome obrt će biti:

$$\vartheta_3 = (T_{voz} + T_{teh} + T_{ui}) \cdot \frac{1}{24} \text{ [dana]}$$

$$\vartheta_3 = (101,13 + 0,86 + 57,33) \cdot \frac{1}{24} \text{ [dana]}$$

$$\vartheta_3 = 6,64 \text{ [dana]}$$

U ovom slučaju vrijeme obrta iznosi 6,64 dana što je relativno prihvatljivo ako se uzme u obzir stanje u kojem se nalazi HŽ Cargo tj. stanje njegovih sredstava za rad, ali je i dalje daleko od idealnog scenarija u kojem bi vrijeme trajanja ciklusa iznosilo blizu 3 dana.

Sljedeći obrt sastoji se od:

$$T_{voz} = 609,03 \text{ [sati]}$$

$$T_{teh} = 1,03 \text{ [sati]}$$

$$T_{ui} = 52,6 \text{ [sati]}$$

Prema tome obrt će biti:

$$\vartheta_3 = (T_{voz} + T_{teh} + T_{ui}) \cdot \frac{1}{24} \text{ [dana]}$$

$$\vartheta_3 = (609,03 + 1,03 + 52,6) \cdot \frac{1}{24} \text{ [dana]}$$

$$\vartheta_3 = 27,61 \text{ [dana]}$$

Obrt teretnog vagona na relaciji koja je kraća od 350 km u nikojem slučaju ne smije iznositi 27,61 dana, to si niti jedan ozbiljan operater ako misli konkurirati na liberaliziranome prijevoznom tržištu ne smije dopustiti, vrijeme koje vagoni provedu u tehničkim kolodvorima i kolodvorima radi utovara ili istovara je prihvatljivo, dok vrijeme vožnje koje sadrži i vremena zadržavanja u međukolodvorima je katastrofalno, u tom pogledu mora se mijenjati organizacija rada kao i usklađenost sredstava rada i rada strojnog osoblja.

Treći ciklus se sastoji od:

$$T_{voz} = 319 \text{ [sati]}$$

$$T_{teh} = 0,78 \text{ [sati]}$$

$$T_{ui} = 69,21 \text{ [sati]}$$

Prema tome obrt će biti:

$$\vartheta_3 = (T_{voz} + T_{teh} + T_{ui}) \cdot \frac{1}{24} \text{ [dana]}$$

$$\vartheta_3 = (319 + 0,78 + 69,21) \cdot \frac{1}{24} \text{ [dana]}$$

$$\vartheta_3 = 16,21 \text{ [dana]}$$

Kao i u prethodnom slučaju pojavljuju se isti problemi, vrijeme trajanja obrta je predugo s glavnim problemom koji se očituje u vremenu trajanja vožnje s vremenima zadržavanja vagona u međukolodvorima.

Prosječno trajanje obrta Eanoss vagona u navedenom razdoblju je

$$\vartheta_{pros} = \frac{\sum \vartheta}{n}$$

$$\vartheta_{pros} = \frac{16,21 + 27,61 + 6,64}{3}$$

$$\vartheta_{pros} = 16,82 \text{ [dana]}$$

Prosječni obrt u konkretnom slučaju daje djelić slike zbog čega je HŽ Cargo doveden do ruba propasti uz lošu organizaciju, manjak vučenih sredstava, i ne efikasno korištenje sredstava za rad sve su čimbenici koji su utjecali propadanje nacionalnog operatera.

5. ZAKLJUČAK

Željeznički promet je tehničko-tehnološki složen sustav kojeg sačinjavaju brojni elementi od infrastrukture (gornji i donji ustroj kolosijeka) do pokretnih sredstava (vučena i vučna sredstva). Da bi kao jedan od prometnih podsustava bio konkurentan drugim prometnim podsustavima, potrebna su velika ulaganja u pokretna i ne pokretna sredstva s glavnim ciljevima povećanja brzine kretanja vozila i smanjenja troškova koji nastaju prilikom tehnološkog procesa. Smanjenje troškova može se postići konkretno s ekonomičnijim i efikasnijim korištenjem vučenih sredstava, nabavkom vagona s većom maksimalnom brzinom i većom nosivošću (što ujedno treba pratiti i povećanje osovinskog opterećenja pruge) smanjenjem vremena trajanja obrta, ali na način da vagoni trče što je duže moguće u tovarenom stanju.

U konkretnom analiziranom slučaju vidi se loša organizacija teretnog prometa nedopustivo je da vagonu treba u prosjeku 16,81 dana da napravi obrt, najveći problem ogleda se u vremenu vožnje vagona i također zadržavanju vagona u međukolodvorima i čekanju na strojno osoblje i vučno vozilo, udaljenost od Bakra do Gyékényes je premala za to vrijeme putovanja koje iznosi i do 25 dana, dok vremena koje vagon provede u kolodvorima radi utovara i istovara te u tehničkim kolodvorima su u skladu s normama.

Svi navedeni pokazatelji govore o lošoj organizaciji rada, ne efikasnim korištenjem vagonskih kapaciteta nema pozicioniranja i opstanka na tržištu željezničkih usluga, koje nedavnom liberalizacijom postalo mjesto žestokog nadmetanja operatera prijevoznika za svakog potencijalnog korisnika.

LITERATURA

1. Zavada, J.: *Željeznička vozila i vuča vlakova*; Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.
2. Badanjak, D, Bogović, B, Jenić, V.: *Organizacija željezničkog prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb., 2006.
3. Bukljaš Skočibušić, M, Radačić, Ž, Jurčević, M.: *Ekonomika prometa*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2011.,
4. <http://www.hzcargo.hr/default.aspx?id=49> (srpanj 2015.)
5. <https://www.scribd.com/doc/83255861/predavanja> (srpanj 2015.)
6. Abramović, B, Brnjac, N, Petrović, M.: *Inženjersko – tehnološki proračuni u željezničkom prometu*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2009.

POPIS SLIKA

1. Slika 1. Vagon seije E, podserija Eanos
2. Slika 2. Vagon serije H, podserija Habbins
3. Slika 3. Vagon serije R, podserija Regs
4. Slika 4. Vagon serije T, podserije Tads
5. Slika 5. Vagon serije U, podserije Uckk
6. Slika 6. Vagon serije Z, podserije Zas
7. Slika 7 Utvrđivanje rada jedne organizacijske jedinice